穀類乾燥基本試驗裝置之設計

黃 吉 慶 　 鄔 清 標

一、前　言

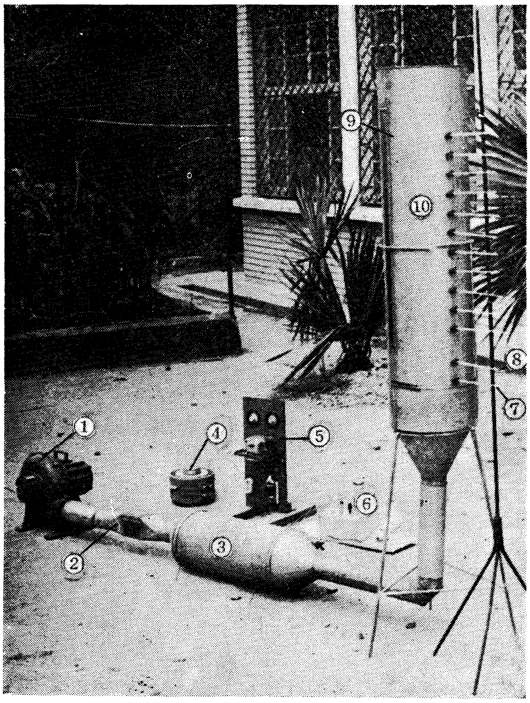
本省氣候高溫、多雨、濕度高，具有穀子發芽及霉菌繁殖的良好條件，在穀類乾燥及儲存上比較困難，因此如何減低穀粒含水量以抑制霉菌的繁殖及穀子本身的生存活動，使達休眠狀態，以利安全儲存，乃是穀類乾燥的重要課題，以往本省乾燥方法大都委之於天然力，利用不需花錢的太陽熱及自然風作爲乾燥稻穀的原動力，但此方法操作既苦又慢，且一旦遇上壞天候無太陽熱可資利用時，只有坐視稻穀蒙受發芽發霉的損失，故如何利用機器，克服自然提高溫度及風量以增進乾燥速率，實爲當前穀類乾燥之機械化途經，基此原因乃設計一套裝置思從乾燥之基本試驗着手。

二、目　的

設計一套操作簡單，控制容易，便於觀測及計算之試驗裝置，以探討影響乾燥速率及米粒品質之溫度風量等因子，並觀察在乾燥試驗進行中穀殼及米粒水分變化的情形。

三、裝置設計及討論

本裝置（如附圖一）係以離心式鼓風機將空氣送經簡易風量測定器、電熱管、乾燥筒而排出外界，其逐項說明如下：



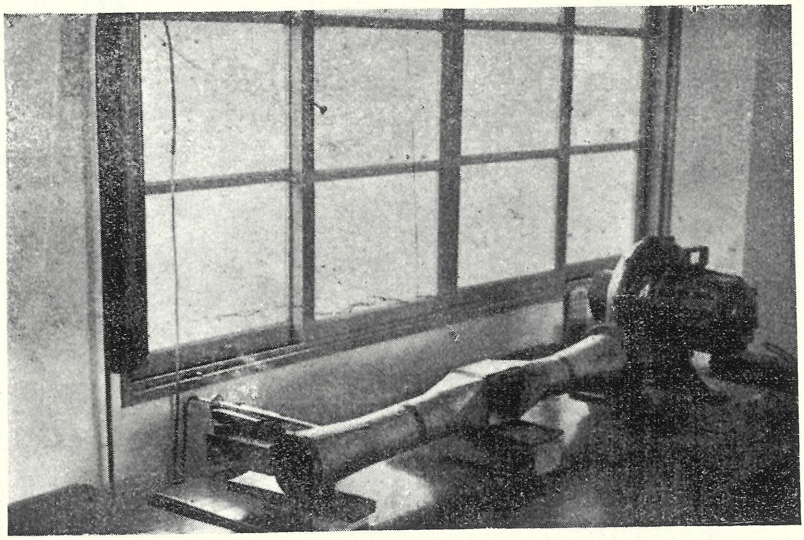
註 ①鼓　風　機　　②風量測定器
③電　熱　管　　④變　壓　器
⑤電　　　錶　　⑥單 線 插 頭
⑦乾球溫度計　　⑧濕球溫度計
⑨視　　　窗　　⑩乾　燥　筒

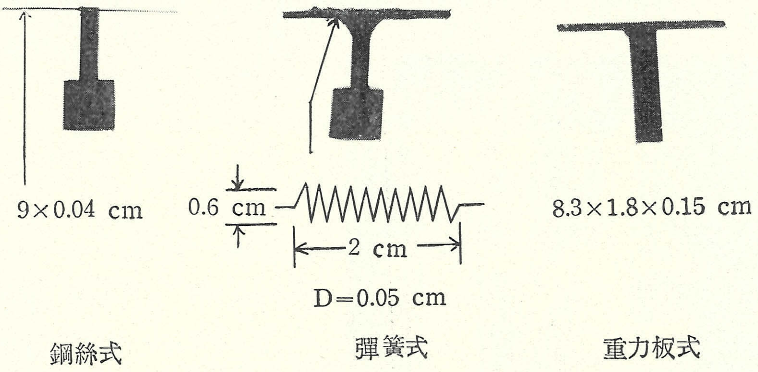
圖一、穀類乾燥基本試驗裝置

1. 簡易風量測定器，

單位穀量所供給之風量爲影響乾燥速度及米粒品質的一大因素，供給太少則不足以將穀粒蒸發

之水分帶走，致乾燥時間增長，尤其在靜置式乾燥機作深層乾燥作業時，影響更大，供給之風重太少，則底層穀子所蒸發之水分在上層凝結，甚或反而促使上層之穀子發芽、發霉，然每單位穀量所供給之風量太多時，雖可縮短乾燥時間，但熱空氣在未充分吸收水汽之前，卽已吹離穀層，熱量損失大，故風量測定實具有很大意義。





圖二、簡易風量計

a. 構造：此風量計（如附圖二）係在風管內裝設擺板，通風時，由擺動角度 (Angle of swing) 之大小，以皮氏管 (Pitol tube) 經多次校對所得的結果計算通風量的多少，繪成曲線（如附圖三）使用時可由兩旁視窗擺板擺動 (swing) 的角度從曲線圖上讀出風量的多少，測風量時，擺板對風壓的反抗力，分別以重力，彈簧之彈力及鋼絲之扭力等型式測驗其穩定性，其與皮氏管之穩定性比較，可由附表一看出。

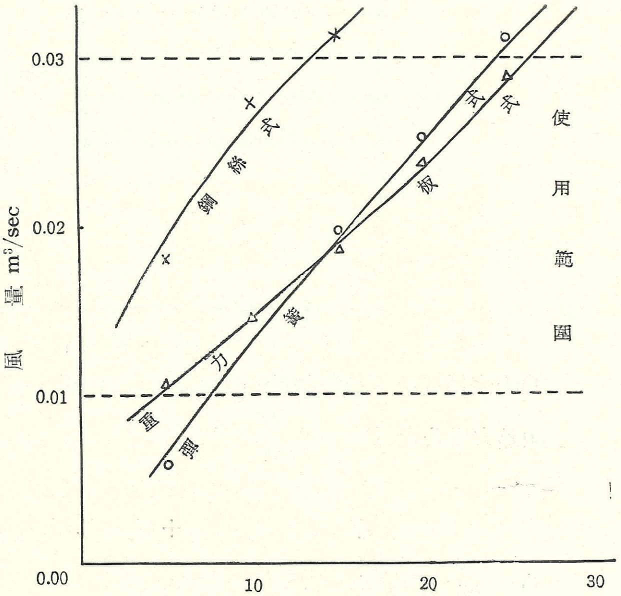
b. 檢　討：

由附表一可看出利用鋼絲之扭力，靈敏度最高，頻率最大（每分鐘振動 160次）操作時記錄不易，反易生誤差，如在鋼絲法上加裝液體緩衝器（如附圖四）則情形將好轉，重力板重力式因軸承磨擦之故精密度較差，但以其穩定易於記錄，裝置簡便，故採用之。

本乾燥基本試驗預定通風量爲 0.01～0.03m^3/sec 之間，而在此範圍內，可由附圖三看出在重力板的曲線上，各觀測點皆很接近曲線，故此曲線是爲可靠。

型 式		風量：0.03m³/sec	
		頻率次數/分	最大振幅
皮氏管	水 柱	80	4mm
簡易風量計	鋼 絲	160	8°
簡易風量計	彈 簧	95	3°
簡易風量計	重力板	65	1.5°

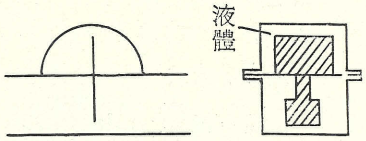
表一：風量、風速計之穩定性



圖三、簡易風量計擺角與風量之關係曲線

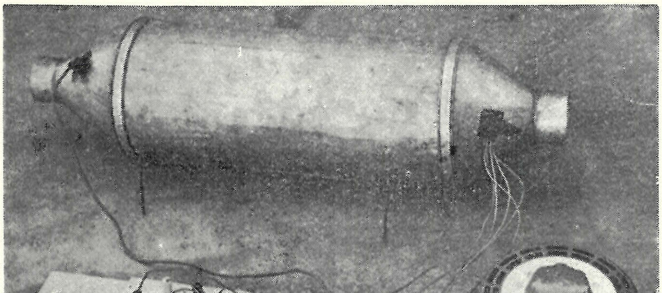
2. 加熱裝置：

本加熱裝置（如附圖五）採用電熱式，其原因在於電熱式比其他加熱方式更能正確的知道所供給熱量的多少。且操作較簡便調節較容易。



圖四、裝有液體緩衝器之鋼絲法

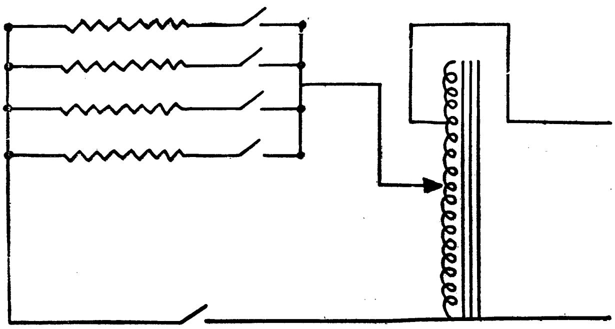
a. 構造：在電熱管內並聯四條電熱絲，每條 500瓦特，操作時間只要調節變壓器及電熱絲的數目即可改變單位時間所發生之熱量，其線路如圖六。



圖五、電 熱 管

b. 檢討：穀類乾燥基本試驗預定通氣溫度最高為 60°C 然此電熱管所能發出的熱量，足可使管內氣流之溫度提高到 70°C 以上，故此裝置可用，其管路熱量耗失計算如下：

加熱時間(分)	耗 電 量	穀層直前空氣溫度(°C)	通風量(cm³/sec)	大氣溫度 (°C)
60	0.816	45	29000	乾球 27
				濕球 24.5



圖六、電熱管線路

由上表耗電量 0.816KWh＝48960 watts min ＝700000Cal ……………………①

由熱力學公式 $P = C\frac{W}{M}RT$

C　　　$C = 0.082$ liter atm/g-mole K

$M = 29$　　$T = 273 + 45 = 318K$

$\therefore \quad \frac{W}{V} = \frac{PM}{RT} = 0.00111 g/cm^3$

由上表通風量爲 $29000cm^3/sec$

$\therefore \quad W = 0.00111 \times 29000 \quad 32.19 g/sec$ ……………………②

甲熱力學公式

$Q = W\int_{t_1}^{t_2} c\, dt$ ……………………③

因乾燥筒內之氣壓一定

$\therefore \quad Cp = 0.2405 + 0.000019\,t$ ……………………④

將④式代入③式

$Q = W\int_{t_1}^{t_2} (0.2405 + 0.000019t)\, dt$ ……………………⑤

將上表之已知條件代入⑤式

得　$Q = 141.7 cal/sec$

$\therefore \quad 141.7 \times 3600 = 510000$ cal

熱量損失：$\frac{70000 - 510000}{700000} \times 100\% = 27\%$

下表爲將電熱管及風管以石棉布及厚布包紮保溫所得之結果

加熱時間(分)	耗電量(KWH)	穀層直前空氣溫度(°C)	通風量(cm^3/sec)	大氣溫度 (°C)
60	0.828	52	29000	乾球 29
				濕球 25.4

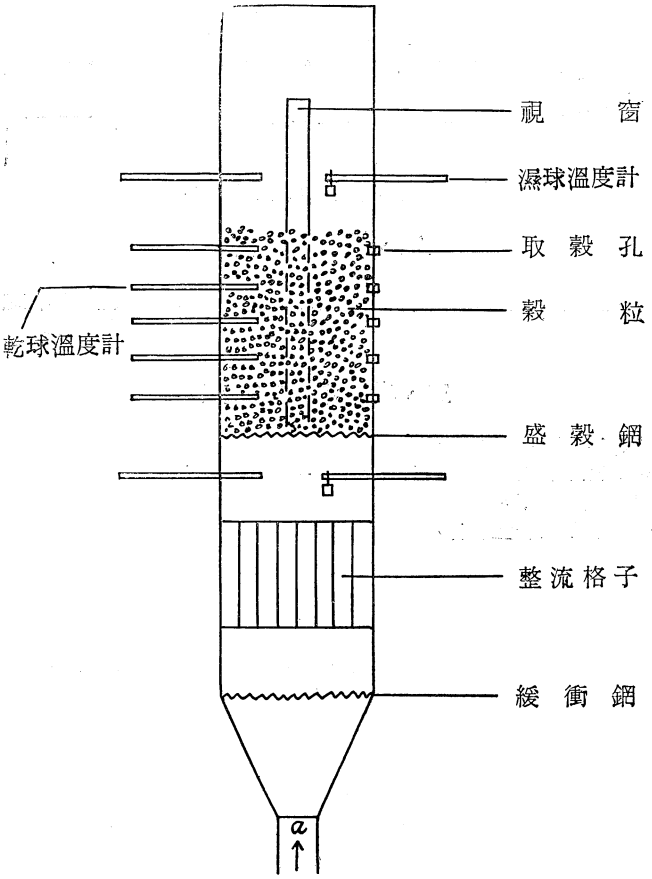
照前例計例計算熱量損失÷11%

比較上兩例，未加保溫裝置之熱量損失約爲已加保溫裝置者之 2.5 倍。

3. 乾燥筒：由緩衝網，整流格子，盛穀網所組成，（如附圖七）筒壁開有視窗，溫度計插入孔，取穀孔等說明如下：

a. 緩衝網：當由電熱管出來的氣體流經 a 體後管路遽增，管路中央的風速比周圍的風速快，許多（如附圖八），爲達到管路斷面的風速均一，溫度均一特裝一道細目鐵絲網，使氣流在此和鐵

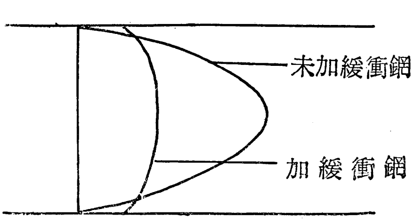
絲網衝突滯洩，以緩和中間和外圍的風速均一和溫度均一的目的。



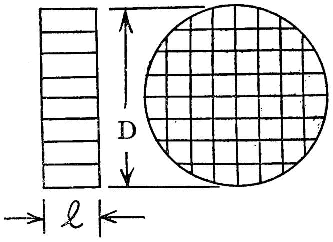
圖七、乾 燥 筒

b. 整流格子：被緩和網擾亂之氣流，爲使之改變爲穩流，特以如附圖九之整流格子整流。

C溫度計挿入孔，取穀孔：可由氣體在未進入穀層之前及出穀層之後的溫度及濕度得知其熱效率之多少，故在盛穀網下部及乾燥筒上端的筒壁上各開乾濕球溫度計挿入孔，以備測定進出氣之溫度及濕度之用。



圖八、管路加緩衝網及未加緩衝網風速之想像剖面

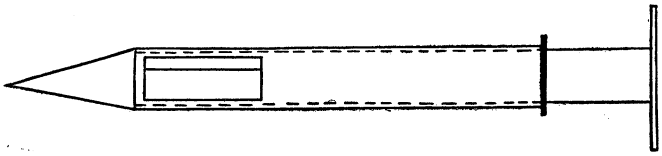


圖九、整 流 格 子

利用靜置式乾燥機進行乾燥作業時，氣流的溫度影響上下穀層乾燥度的差異很大，溫度愈高差異愈大，爲明瞭在乾燥進行中，各層穀子含水量的變化及溫度昇高的情形，故在乾燥筒兩旁，每隔五公分處，各鑽一孔，一邊挿入溫度計，每隔一段時間記錄一次，另一邊以橡皮塞塞住，當要測定穀層含水量時，取下橡皮塞，以穀粒取樣器（如附圖十）抽取之。

c. 視窗：雨季稻穀收割時，穀粒含水量往往高達 30% (w. b)%，以上，且穀殼表面附有水

分，乾燥進行時，穀子水分率之變化與穀殼顏色之變化間之關係，可從透明壓克力板製成之視窗觀察之。



圖十、穀 粒 取 樣 器

四、誌　　謝

本裝置之設計及試用時承蒙臺大高坂教授之指導及農試所農機系全體同仁之協助，於此一併誌謝。

五、參　考　文　獻

1. Carl W. Hall: Drying Farm Crops.
2. S. M. Henderson, R. L. Perry: Agricultural Process Engineering.
3. 東京大學：農業，機械實驗便覽。
4. 升井武文：遠心，軸流送風機和壓縮機。

EQUIPMENTS DESIGNED FOR GRAINS DRYING ON FUNDAMENTAL RESEARCH

By

C. C. HWANG AND C. P. WU

SUMMARY

These equipments are used on the fundamental research of grains drying for the purpose of finding out how air temperature and air quantity influence the grains drying speed and the physical condition of grain.

1. The special designed air flow measurement which is constructed by a rectangular iron plate hanged in an air flowing pipe is used in the drying process because of it's easy to be operated.

2. The special designed electric heater is used in the drying process because it's temperature is easy to be controlled and it's energy can be calculated precisely.

3. After passing from the small eye grids and straightener, the air flow is steady and the air temperature at every point of the pipe cross section is nearly in the same temperature degrees.

4. From the indicating temperature degrees on the dry bulb thermometers and the wet bulb thermometers on bottom and top of the grains containeer, we can calculate the air humidity before and after the air flows into the grain layers.

5. From the thermometers which hare been set up on wall of the grain container we can find out the temperature in every grain layer during the drying operation.

6. From the holes on wall of the grain container we can suck grains by using suck bag.

7. From the window on wall of the grain container we can see the grain color changed during drying operation when the grainsmoisture content is really high.